

## 思春期の発育にともなう複合関節動作のパワー出力の変化

松尾 彰文<sup>1)</sup>、西蘭 秀嗣<sup>2)</sup>、金高 宏文<sup>2)</sup>、西村 信一<sup>3)</sup>、會田 勝<sup>2)</sup>

鹿屋体育大学スポーツ科学講座<sup>1)</sup>、鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センター<sup>2)</sup>、特別研修員<sup>3)</sup>

### 緒 言

単一の関節動作における筋の力発揮やパワー出力は身体の発育にともない発達することは古くから知られている(金子, 1974)。しかしながら、ほとんどの身体活動あるいはスポーツ活動は多くの関節動作としての複合関節動作の総合作用として引き起こされると考えられる。単一の関節運動での法則性がそのまま複合関節動作にもあてはまるとは限らない。そこで、本研究では複合関節動作としてのハイクリーン動作中のパワー発揮特性を思春期にある中学高校生を対象に測定し、動作パワーの発育のメカニズムを明らかにしようとした。

### 方 法

被験者は鹿屋市内の中学および高校に通学する男109名、女96名であった。被験者は学年をもとに、男女別に12のグループに分け、中学1年男子をM13、中学2年男子をM14、中学3年

男子をM15、高校1年男子をM16、高校2年男子をM17、高校3年男子をM18、中学1年女子をW13、中学2年女子をW14、中学3年女子をW15、高校1年女子をW16、高校2年女子をW17、高校3年女子をW18とした。グループごとの被験者数、被験者の身体的特性を表1に示した。

動作パワーの測定にはパワープロセッサ(ヴァイン社製)を用いた。この装置はワイヤーの巻き取り装置、巻き取り装置の回転軸パルス検出装置、ワイヤーの張力検出装置、ワイヤーの負荷装置およびコンピュータにより構成されており、いろいろな動作でのパワーが計測できるように設計されている(図1)。

図2に測定風景を示した。本研究で複合関節動作としてもちいたハイクリーン動作は、先行研究(福永ら, 1992)をもとにして動作を規定した。すなわち、両手でワイヤーを接続したハンドルを握り、膝関節を90度屈曲した状態(図

表1. 被験者の身体的特性。値は平均値と標準偏差。

|       | n   | Age<br>(yrs) | Height<br>(cm) | Weight<br>(kg) | %Fat     | LBM<br>(kg) |          |
|-------|-----|--------------|----------------|----------------|----------|-------------|----------|
| Men   | M13 | 19           | 12.7±0.3       | 149.6±6.4      | 38.0±4.9 | 14.2±4.1    | 32.6±4.3 |
|       | M14 | 16           | 13.8±0.3       | 160.8±8.3      | 49.6±9.3 | 14.0±4.5    | 42.4±6.7 |
|       | M15 | 16           | 14.8±0.3       | 164.8±7.9      | 51.3±6.9 | 15.0±4.3    | 43.6±6.0 |
|       | M16 | 20           | 16.0±0.3       | 169.3±6.2      | 56.3±7.2 | 13.7±3.6    | 48.5±5.6 |
|       | M17 | 20           | 16.9±0.3       | 171.1±3.2      | 62.6±6.3 | 17.2±4.4    | 51.7±4.4 |
|       | M18 | 18           | 17.9±0.2       | 175.4±6.3      | 64.4±6.6 | 19.5±4.3    | 51.8±5.4 |
| Woman | W13 | 9            | 13.2±0.6       | 151.3±7.4      | 46.5±9.5 | 23.7±5.3    | 35.0±5.2 |
|       | W14 | 6            | 13.7±0.2       | 150.7±6.1      | 42.1±3.6 | 22.6±4.3    | 32.5±1.6 |
|       | W15 | 8            | 14.9±0.3       | 157.8±4.8      | 48.7±7.7 | 23.0±6.2    | 37.1±3.5 |
|       | W16 | 12           | 16.2±0.6       | 160.6±4.6      | 52.6±5.0 | 25.1±3.6    | 39.3±2.7 |
|       | W17 | 15           | 17.3±0.6       | 156.9±4.2      | 51.2±4.9 | 25.4±3.7    | 38.0±2.6 |
|       | W18 | 7            | 17.9±0.3       | 155.1±6.4      | 46.7±3.2 | 22.7±2.8    | 36.0±2.0 |

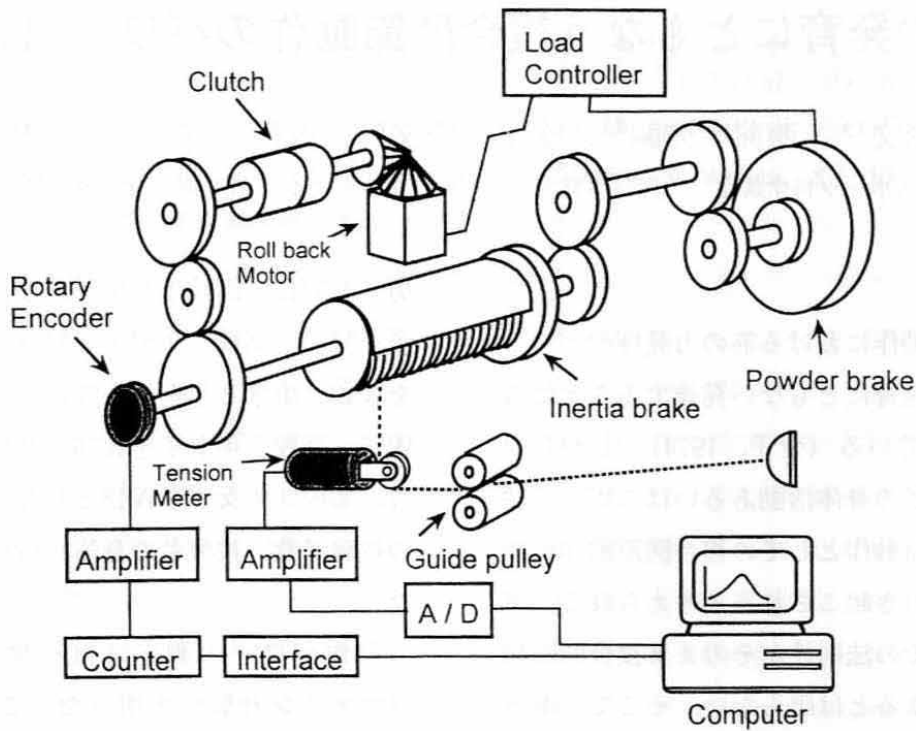


図1 パワープロセッサの構成図

表2. グループ別にみた最大パワー(Pmax)、最大パワー時の力(Fpmax)および最大パワー時の速度(Vpmax)の平均値と標準偏差。

|       |     | n  | Pmax<br>(W) | Fpmax<br>(N) | Vpmax<br>(m/s) |
|-------|-----|----|-------------|--------------|----------------|
| Men   | M13 | 19 | 316 ± 91    | 280 ± 84     | 1.18 ± 0.33    |
|       | M14 | 16 | 486 ± 179   | 332 ± 102    | 1.50 ± 0.47    |
|       | M15 | 16 | 505 ± 185   | 328 ± 112    | 1.61 ± 0.50    |
|       | M16 | 20 | 838 ± 224   | 490 ± 122    | 1.72 ± 0.28    |
|       | M17 | 20 | 944 ± 157   | 569 ± 93     | 1.67 ± 0.20    |
|       | M18 | 18 | 1000 ± 176  | 558 ± 119    | 1.84 ± 0.40    |
| Women | W13 | 9  | 285 ± 87    | 272 ± 68     | 1.09 ± 0.45    |
|       | W14 | 6  | 305 ± 89    | 275 ± 104    | 1.20 ± 0.37    |
|       | W15 | 8  | 322 ± 112   | 290 ± 102    | 1.12 ± 0.17    |
|       | W16 | 12 | 425 ± 101   | 323 ± 53     | 1.33 ± 0.32    |
|       | W17 | 15 | 504 ± 112   | 373 ± 113    | 1.39 ± 0.25    |
|       | W18 | 7  | 496 ± 146   | 332 ± 84     | 1.50 ± 0.26    |

2) から足関節、膝関節および股関節を伸展させる動作とした。

被験者はハイクリーン動作に慣れるための準備運動を十分に行った後に、最大努力によるパワー出力を測定した。ワイヤーが引き出せなくなる負荷まで漸増的に増大させていった。本研究では一回の試行中にみられた時間パワー曲線(図3)のピーク値とそのときの力および速度

を分析した。また、いろいろな負荷条件での測定値をもとにして得られた各被験者のカーブパワー曲線におけるパワーの最大値を、最大パワー(Pmax)、そのときの力を最大パワー時の力(Fpmax)およびそのときの速度を最大パワー発揮時の速度(Vpmax)とした。

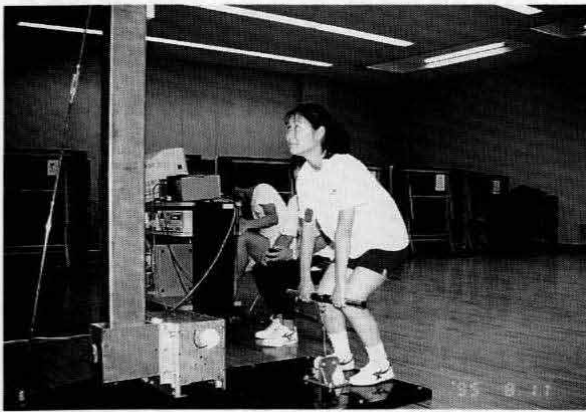


図2 ハイクリーン動作時のパワー測定

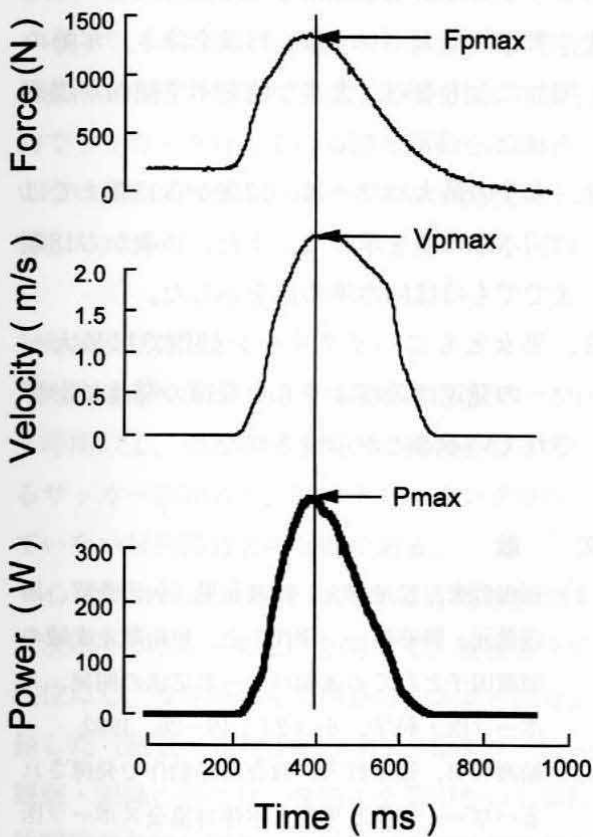


図3 ハイクリーン動作時の時間経過にともなうパワー、力および速度の変化

### 結果および考察

動作パワーを測定した結果をグループごとの平均値と標準偏差で示したものを表2に示した。最大パワーについて男女差をみると13歳では統計的な有意な差は認められなかったが、14歳以上ではどの年齢でも男子は女子よりも統計的に有意に高い値を示した。

発育にともなう最大パワー (Pmax) の変化を男女別にグループ別の平均値と標準偏差でみ

たものが図4である。男子についてみるとPmaxはM13の316W±91WからM18の1000W±176Wまで、発育にともないM14とM15との間をのぞき、1歳ごとに統計的に有意な差でもって増加する傾向が認められた。男子においては18歳まで、身長も体重も発育にともなう増加がみられており、体格が最大パワー発揮能力に影響をおよぼしている可能性を示唆する結果であった。女子についてみるとPmaxはW13の285W±87WからW17の504W±112Wまで発育にともない増大する傾向がみられたが、1歳ごとでは統計的な有意な差は認められなかった。女子ではこの年齢では男子のような顕著な発育による最大パワーの変化はみられなかった。

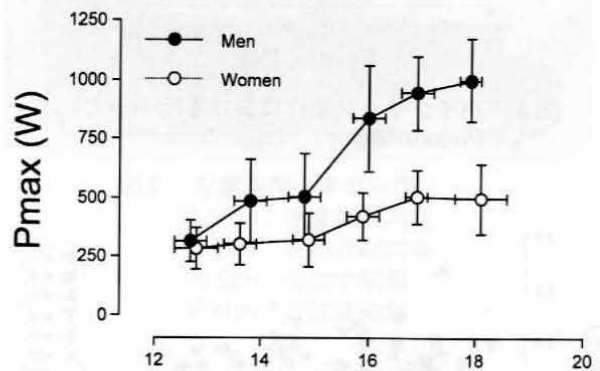


図4 男女別にグループ別の平均値と標準偏差でみた発育にともなう最大パワー(Pmax)の変化

ハイクリーン動作におけるFpmaxとPmaxの関係を図5に示した。PmaxとFpmaxとはほぼ比例関係にあり、両者間に1%水準で統計的に有意な相関関係が認められた。また、両者の関係で男女間に顕著な差は認められなかった。すなわち、男女を問わず、Pmaxが大きいほどFmaxも大きい傾向があり、Fmaxがパワー出力の決定要因であることが示唆された。

速度の要因がおよぼすパワー出力への影響を検討するため、FpmaxとVpmaxとの関係についてみたものが図6である。FpmaxとVpmaxの間には一定の関係は認められなかった。このような傾向には男女、年齢による

顕著な差も認められなかった。

最大パワーとそのときの速度との関係を見たものが図7である。Pmax とFmax との間には1%水準で統計的に有意な相関関係があることが認められたが、Vpmax が1.5から2.0ではPmax の値は分散傾向がみられた。また、年齢別の平均値をみても男子ではM13の1.18±0.33 m/s からM14の1.50±0.47m/s へと増加する

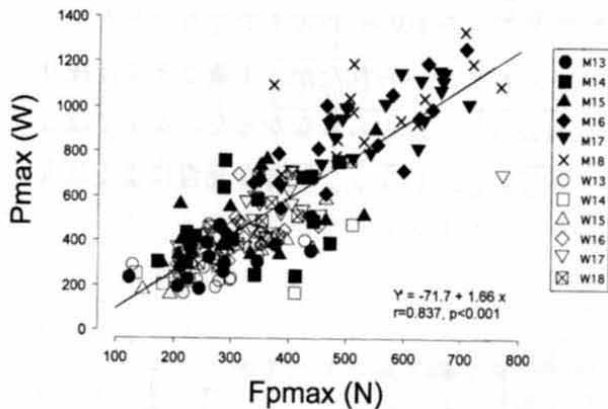


図5 ハイクリーン動作におけるFpmaxとPmaxの関係

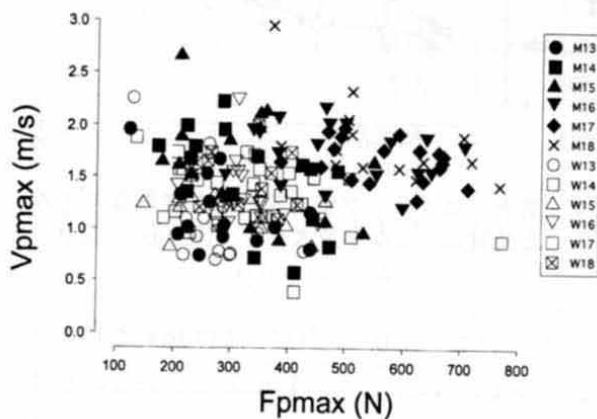


図6 FpmaxとVpmaxとの関係

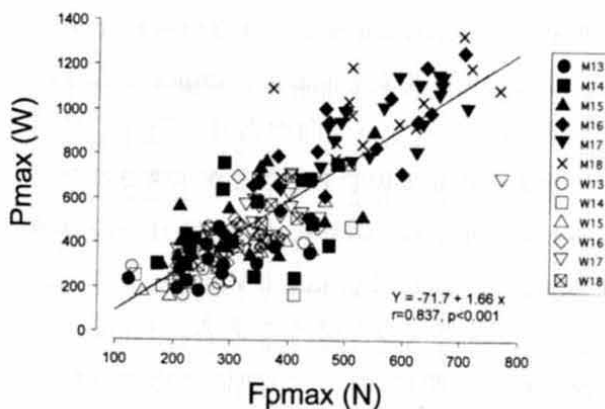


図7 PmsとVpmaxとの関係

が、それ以上の年齢では顕著な増加が認められなかった。以上のことから、パワー出力には速度よりも力の発達がおよぼす影響が大きいことがわかった。

## 総括

思春期にある生徒を対象にハイクリーン動作における最大のパワー、そのときの力と速度を測定し、複合関節動作のパワーの発達のメカニズムを明らかにしようとした。その結果、以下のようなことが明らかになった。

1. 男子の最大パワーは、15歳を除き、年齢の増加にともない、大きな値を示す傾向が認められた。
2. 女子の最大パワーは、13歳から15歳まではほぼ同水準の値を示した。また、16歳から18歳まででもほぼ同水準の値を示した。
3. 男女ともにハイクリーン動作では最大パワーの発達は速度よりも力発揮の発達に影響されていることが示唆された。

## 文献

- 1) 福永哲夫、松尾彰文、船渡和男、矢田秀昭、湯浅景元、勝亦絃一、深代千之、短距離走成績の制限因子としての運動パワー測定法の開発、スポーツ医・科学、6(2):19-26、1992.
- 2) 船渡和男、福永哲夫、複合関節動作で発揮されるパワー、平成5年度日本体育協会スポーツ医・科学P42-46、1994.
- 3) 金子公有、瞬発的パワーからみた人体筋のダイナミクス、杏林書院、東京、1974.